HDMI over grote afstand

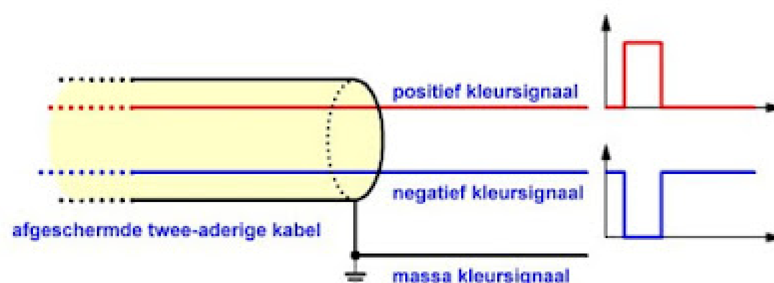
HDMI is dé standaard waarmee u multimedia apparaten met elkaar verbindt. Als de afstand niet te groot is, is er geen probleem. Een standaard HDMI-kabel is alles wat u nodig hebt. Maar hoe te handelen als u tientallen meters of nog meer moet overbruggen? Wij bespreken vijf technologieën die u kunt gebruiken.

Auteur: Jos Verstraten, Landgraaf, Nederland
Email: josverstraten@live.nl
Publicatiedatum: 15-04-2019

Achtergrondinformatie

Hoe werkt HDMI?

HDMI is het letterwoord van ***High Definition Multimedia Interface***. HDMI is een bidirectionele verbinding waarover hoge resolutie video, meerkanaals audio en systeembesturingsopdrachten gelijktijdig worden verstuurd en ontvangen over slechts één kabel. Al deze gegevens worden uitsluitend digitaal verstuurd. Met HDMI werd het analoge tijdperk van audio en video voor altijd afgesloten. Het gevolg: HDMI biedt u beeld en geluid in de allerhoogste kwaliteit!
Net zoals bij DVI worden de digitale signalen volgens het TMDS-procédé getransporteerd. Dit letterwoord is de afkorting van ***Transition Minimized Differential Signalling***. Dit komt er op neer dat voor iedere datastroom gebruik wordt gemaakt van twee aders, die met differentiële signalen worden gevoed. Een systeem dat natuurlijk al lang bekend is in de professionele elektronische data-overdracht maar dat hiermee voor het eerst ook in consumentenapparatuur wordt toegepast. Het grote voordeel van TMDS is dat een kabel er veel storingsongevoeliger door wordt.



Het principe van TMDS. (© 2019 Jos Verstraten)

De HDMI-kabel

Een volledig bedrade HDMI-kabel heeft 19 pennen. Geluid en beeld worden over slechts drie maal drie pennen verstuurd, die data-0, data-1 en data-2 worden genoemd. Men heeft het ook wel eens over channel-0, channel-1 en channel-2. Het geluid is op een ingenieuze manier in de video-stroom verwerkt, namelijk op die momenten dat er geen video wordt verstuurd. In de onderstaande tekening is de pennummering van en de aansluitingen op de HDMI-connector weergegeven. U kijkt frontaal naar een vrouwelijke HDMI-connector.

Pennummering en bedrading van de HDMI-connector. (© 2019 Jos Verstraten)

Wat is de maximale lengte van een HDMI-kabel?
Meestal staat uw HDMI-zender, bijvoorbeeld een blu-ray speler, dicht bij uw HDMI-ontvanger die in de meeste gevallen een HD-TV of HD-projector zal zijn. U kunt dan gebruik maken van een standaard HDMI-kabel met een lengte van 1,5 meter. Er zijn echter situaties denkbaar waarbij de zender in de ene kamer staat en de ontvanger in een andere kamer, soms wel tientallen meters uit de buurt van de zender. Een typisch voorbeeld is als u uw PC, die boven in uw hobbykamer staat, wilt verbinden met uw niet-smart TV in de woonkamer. De vraag die dan beantwoord moet worden is of u over zo'n grote afstand nog HDMI-signalen kunt versturen met standaard HDMI-kabels.
Hoewel op deze vraag geen absoluut antwoord is te geven zijn alle specialisten het er wel over eens dat een verbinding tussen twee HD-apparaten met een HDMI-kabel gebonden is aan een maximale afstand van hooguit tien meter. Dit geldt bovendien alleen als u HDMI-kabel van de allerhoogste kwaliteit toepast. Vergeet niet dat een HDMI-kabel uit 13 aders bestaat, waarvan 11 afgeschermd zijn. Voor het best mogelijke signaal is het belangrijk dat de afscherming goed verzorgd is. De afscherming is over het algemeen beter in orde bij duurdere HDMI-kabels dan bij goedkope en een goede afscherming verkleint de kans op signaalverlies. De kwaliteit van de kabel gaat een rol spelen bij een kabel van 5 meter of langer.

Waarom kunt u geen langere kabels toepassen?
Bij het transport van digitale audio- en video-signalen lijkt het niet erg dat deze signalen iets verzwakken als zij door een lange kabel worden gestuurd. Immers, digitale signalen hebben goed gedefinieerde lage en hoge niveaus met over het algemeen een vrij hoge tolerantie. Zelfs als de kabel het signaal van de zender verzwakt moet de ontvanger in staat zijn de twee digitale niveaus in het verzwakte signaal zonder problemen te onderscheiden.
Er is echter een ander probleem dat gaat spelen als u snelle digitale signalen door een afgeschermde kabel stuurt. Een afgeschermde kabel kunt u door het onderstaande equivalent schema voorstellen. De kabel is samengesteld uit een groot aantal LC-filtertjes, die in serie zijn geschakeld. Hoe langer de kabel, hoe meer van dat soort filtertjes in serie staan.

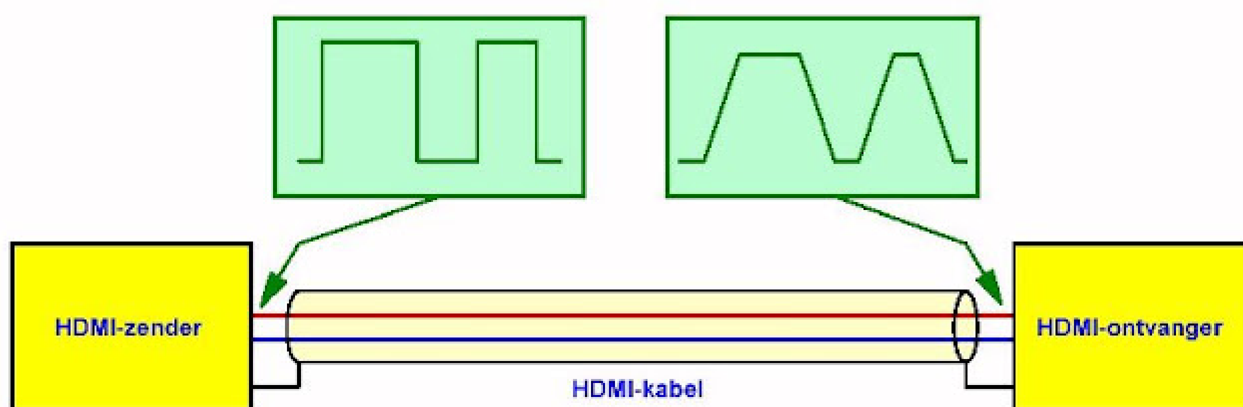
Het equivalent schema van een afgeschermde kabel. (© 2019 Jos Verstraten)

Nu zal het duidelijk zijn dat zo'n LC-filtertje een ideaal laagdoorlaat filter is. Immers, het spoeltje heeft een hoge impedantie voor hoge frequenties en de condensator heeft een lage

impedantie voor dit soort frequenties. Het filtertje zal dus de hogere harmonischen in een digitaal signaal verzakken. Dit heeft invloed op de stijg- en daaltijden van het signaal. Pulsen die erg steil een lange afgeschermde kabel ingaan komen er met behoorlijk grote stijg- en daaltijden weer uit. Een en ander is voorgesteld in de onderstaande figuur. De mate van vervlakking van de pulsen is afhankelijk van een aantal factoren:

- De uitgangsimpedantie van de zender.
- De kabelcapaciteit.
- De kabelinductantie.

Als u bedenkt dat HDMI-signalen met een snelheid van minimaal 3,4 Gbit/s door de kabel worden gestuurd zal het wel niet veel verbeelding kosten om te beseffen dat bij een bepaalde kabellengte er niet veel overblijft van de pulsen die de zender in de kabel stuurt.



Signaalvervorming op een snel signaal veroorzaakt door een afgeschermde kabel.
(© 2019 Jos Verstraten)

Alternatieven voor HDMI-kabels
Als u twee HD-apparaten op grote afstand door middel van een HDMI-link met elkaar moet verbinden moet u andere oplossingen zoeken dan een standaard HDMI-kabel. Gelukkig heeft men een aantal alternatieven ontwikkeld:

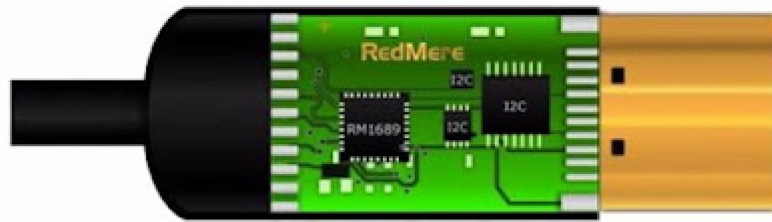
- HDMI-kabels met ingebouwde chip-set.
- HDMI ➞ glasvezel ➞ HDMI.
- HDMI ➞ UTP ➞ HDMI.
- Draadloze HDMI.
- HDMI over powerline.

HDMI-kabels met ingebouwde chip-set

Opmerking
Dergelijke kabels worden ook vaak geadverteerd als *'actieve HDMI-kabels'*.

Inleiding
De geschetste problemen ontstaan niet alleen door de eigenschappen van de kabel, maar ook door de eigenschappen van de uitgangsschakeling van de HDMI-zender en de eigenschappen van de ingangsschakeling van de HDMI-ontvanger. Hoe lager de impedantie van de zenderschakeling, hoe minder de kabelcapaciteit en -inductantie het signaal kunnen aantasten. Ook de ingangselektronica van de HDMI-ontvanger speelt uiteraard een rol. Als deze schakeling is voorzien van bijvoorbeeld schmitt-triggers kan deze de lange voor- en achterflanken van het ontvangen signaal weer omzetten in steile pulsen die door de opvolgende elektronica zonder fouten verwerkt worden.
Diverse bedrijven hebben hierop ingespeeld en chip-set's ontwikkeld die in de connectoren van HDMI-kabels worden ingebouwd en aan de zendende kant zorgen voor een lage uitgangsimpedantie en aan de ontvangende kant voor een signaalconditionering. De voedingsspanning voor deze chip's wordt uiteraard gehaald uit de +5,0 V_{dc} ader die in de

HDMI-kabel standaard aanwezig is. In de onderstaande foto ziet u hoe zo'n chip in een HDMI-connector wordt ingebouwd.



Een RM1689 chip wordt ingebouwd in een HDMI-connector. (© Redmere)

RedMere en Monster
Een bedrijf dat zich heeft gespecialiseerd in dergelijke chips's is het Ierse RedMere. De RM1689 was de eerste chip-set die op de markt kwam, al snel opgevolgd door de RM1700. In 2009 werd RedMere onderdeel van Monster, een grote fabrikant van elektronica kabels.

Signaalrichting aanwezig
Bij de meeste actieve HDMI-kabels moet u er rekening mee houden dat deze kabels een unieke signaalrichting hebben. Dat betekent dat u één welbepaalde connector met de HDMI-bron moet verbinden en de andere uiteraard met de HDMI-ontvanger. In de meeste gevallen staat de signaalrichting aangegeven op de behuizing van de connectoren door middel van een pijltje.

Een voorbeeld: 60 m actieve HDMI
Als u googelt op *'actieve HDMI-kabel'* of *'Redmere kabel'* vindt u een heleboel referenties naar kabels die met deze chip's zijn uitgerust. De prijsverschillen zijn aanzienlijk, dus even verder zoeken loont zonder meer de moeite. Als voorbeeld ziet u in onderstaande figuur de OKS-02093, een met de RM1700 chip-set uitgeruste actieve HDMI-kabel met een lengte van zestig meter. Voor een dergelijke kabel moet u echter ongeveer tweehonderd euro neertellen! Deze kabel kunt u gebruiken voor resoluties tot 3.840 x 2.160 bij 30 Hz. Hij voldoet aan de 1.4 HDMI-specificaties (HDMI High Speed Met Ethernet). Aan beide zijden van de HDMI-kabel staan USB-connectoren. Indien om wat voor reden dan ook de HDMI-poort niet voldoende stroom geeft, kunt u de USB-connectoren gebruiken voor extra voeding. Sluit deze aan op een vrije USB poort, bijvoorbeeld van uw TV, computer of op een USB-lader.

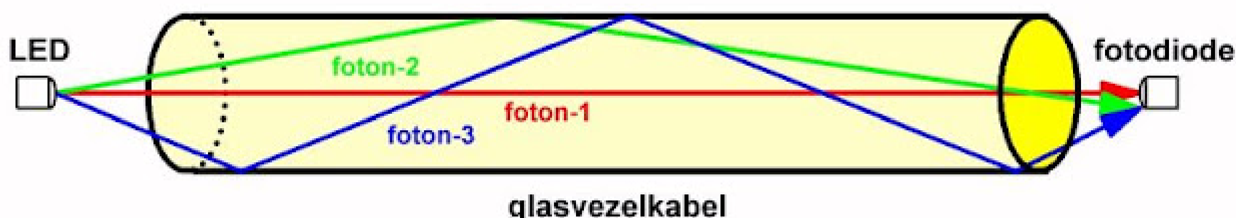


De OKS-02093 is een voorbeeld van een actieve grote afstand HDMI-kabel met de RM1700 chip-set van RedMere. (© www.onlinekabelshop.nl)

HDMI ➞ glasvezel ➞ HDMI

Inleiding
Een glasvezelkabel heeft geen capacitieve of inductieve eigenschappen en is dus ideaal voor het versturen van snelle digitale pulsen. Dat wil niet zeggen dat een glasvezelkabel van een bepaalde lengte geen invloed heeft op het signaal. Ook bij een dergelijke kabel kunt u vaststellen dat de stijg- en daaltijden van het ontvangen signaal groter worden naarmate de kabel langer is. Hoe dat is te verklaren volgt uit de onderstaande figuur. U ziet een deel van een glasvezelkabel en links de LED die de te verzenden signalen onder de vorm van optische pulsen de kabel instuurt. U kunt deze lichtpulsen voorstellen door fotonen of door golven, het maakt niet uit voor de verklaring van de pulsvervorming. In het getekende voorbeeld gaan wij

uit van een verklaring als wij het licht voorstellen als uitgezonden fotonen. Foton-1 wordt door de LED precies in de lengterichting van de glasvezelkabel uitgezonden. Dit foton doorloopt de kabel het snelst en arriveert dus als eerste aan de ontvangerkant. Foton-2 wordt onder een kleine hoek uitgezonden en kaatst één keer tegen de wand van de glasvezelkabel. De weg die dit foton aflegt is iets groter dan de weg die foton-1 aflegt, dus foton-2 komt iets later aan bij de ontvanger. Foton-3 wordt onder een scherpe hoek uitgezonden en kaatst vaak een en weer. Dit foton legt een veel langere weg af dan zijn twee soortgenoten en komt dus veel later aan bij de ontvanger. Als de drie fotonen op hetzelfde moment door de LED worden uitgezonden zal de foto-diode in de ontvanger er een bepaalde tijd over doen om deze fotonen weer te detecteren en om te zetten in een signaal. Kortom: ook nu zorgt de kabel voor een bepaalde vertraging in de ontvangst van de uitgezonden pulsen. Deze vertraging is echter absoluut niet te vergelijken met deze van een afgeschermde kabel. Met glasvezel zijn dus veel langere afstanden te overbruggen dan met standaard HDMI-kabels.



De oorzaak van signaalvervorming bij glasvezelkabels. (© 2019 Jos Verstraten)

Een voorbeeld: 100 m optische HDMI
Ook nu vindt u een heleboel aanbiedingen als u googelt op *'optical HDMI cable'*. Als voorbeeld stellen wij u in onderstaande foto de VE7835 van Aten voor, een optische HDMI-kabel met een lengte van honderd meter. De kabel moet aan beide zijden gevoed worden uit een 5,0 V_{dc} micro-USB-voeding die 0,15 A kan leveren. De kabel bestaat uit vier glasvezel aders en zes koperen aders die onder andere de 5,0 V voedingsspanning en de elektrische massa verzorgen. De kabel heeft een diameter van slechts 3,4 mm en u kunt bochten maken met een straal van minimaal 6,0 mm. Ook deze kabel werkt in slechts één richting, dus met een zender- en een ontvanger-connector.
De specificaties van deze 100 m lange kabel zijn:

- **Data-snelheid:** 18,0 Gbit/s max.
- **Pixel-klok:** 600 MHz max.
- **Compatibiliteit:** HDMI 2.0 (3D, Deep Color, 4K, HDR), HDCP, CEC
- **Resolutie bij 30 Hz:** 4.096 x 2.160 / 3.840 x 2.160
- **Resolutie bij 60 Hz:** 4.096 x 2.160 / 3.840 x 2.160

De prijs van dit kabeltje valt u misschien iets tegen: ongeveer € 1.200,00.

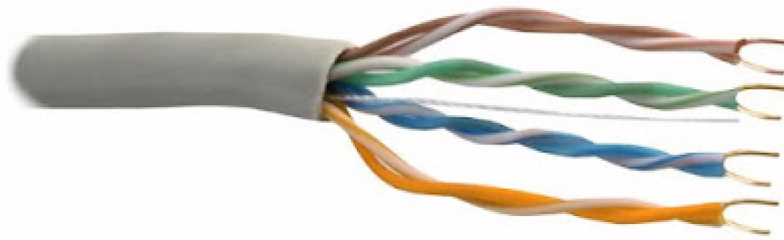


De VE7835 van Aten verstuurt HDMI-signalen optisch over 100 meter. (© assets.aten.com)

HDMI ➞ UTP ➞ HDMI

Inleiding
UTP-kabel, ***Unshielded Twisted Pair***, wordt gebruikt voor het samenstellen van bedrade computernetwerken. Ondanks de eenvoud van de kabel kunt u door zo'n twee simpel om elkaar getwiste koperdraadjes een onvoorstelbare hoeveelheid data versturen:
- **UTP Cat5:** 100 Mbit/s.
- **UTP Cat5e:** 1.000 Mbit/s.
- **UTP Cat6:** 1.000 Mbit/s.
- **UTP Cat7:** 10.000 Mbit/s.

Bovendien is deze kabel erg goedkoop en overal te koop. Het ligt dus voor de hand dat er bedrijven zijn die op de idee zijn gekomen HDMI-signalen over grote afstanden te versturen via deze goedkope kabels.



Een typische UTP-kabel. (© toolkit)

Soorten en maten
Ook nu geldt dat als u gaat googlen op *'HDMI UTP extender'* u overspoeld wordt met apparaten en apparaatjes die HDMI omzetten naar UTP-signalen en nadien weer terug naar HDMI. De prijzen variëren van een paar tientjes tot een paar honderd euro. Er is een aantal zaken waar u op moet letten:

- **Een of twee maal UTP**
  Sommige apparaten hebben twee UTP-kabels nodig om HDMI-2.0 signalen te verzenden. Deze apparaten zijn veel goedkoper dan deze die slechts één UTP-kabel nodig hebben.
- **Maximale afstand**
  Let hier goed op, want dit is een bepalende factor voor de prijs van het systeem. Zeer goedkope voornamelijk door Chinese postorderbedrijven aangeboden systemen garanderen een maximale kabellengte van een paar tiental meter, met duurdere systemen kunt u bij gebruik van Cat6 kabels meer dan honderd meter overbruggen.
- **De voeding**
  Sommige apparaten maken gebruik van de +5,0 V_{dc} spanning die op de HDMI-connectoren ter beschikking staat. Bij andere systemen moet u een al dan niet meegeleverde externe voeding op de zender en de ontvanger aansluiten.
- **Retourkanaal**
  Sommige duurdere systemen bieden de mogelijkheid vanaf de ontvanger signalen van een afstandsbediening retour te zenden naar de zender. Op deze manier kunt u bijvoorbeeld vanuit uw slaapkamer met de eigen afstandsbediening uw blu-ray speler in de woonkamer tóch bedienen.

Belangrijke opmerking
Zeker in kantooromgevingen ligt er een uitgebreid net van UTP-kabels. In iedere kamer is wel een UTP-connector aanwezig. Deze gaan echter allemaal naar een hub en maken deel uit van een lokaal intranet. Deze kabels kunt u absoluut niet gebruiken voor het maken van een HDMI ➞ UTP ➞ HDMI verbinding. De UTP-kabel(s) die u hiervoor nodig hebt mag u alleen aansluiten op de zender en de ontvanger van het systeem.

Een spotgoedkoop systeem: de HE-30 van KOQIT

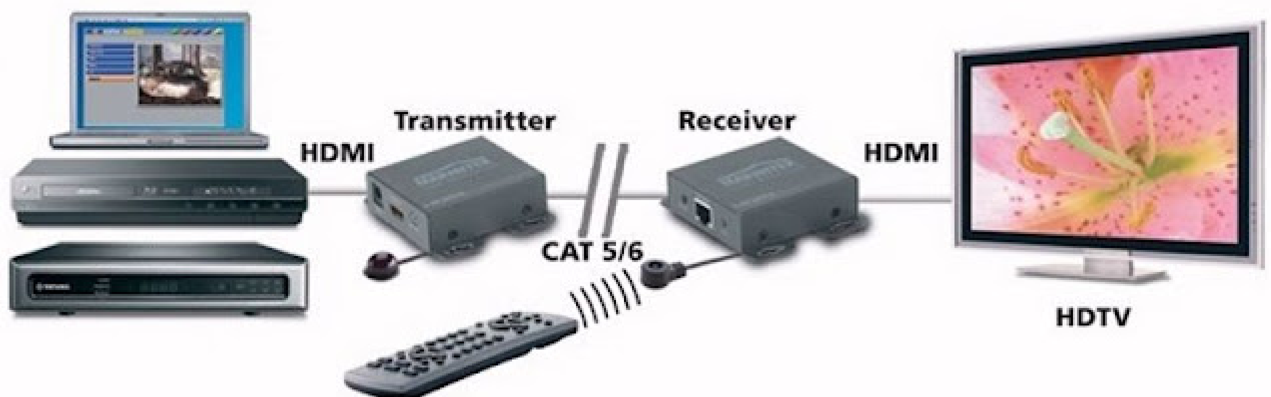
Als voorbeeld van een extreem goedkoop systeem ziet u op de onderstaande foto de HE-30 van het Chinese KOQIT. Deze extender kost slechts ongeveer € 15,00 en biedt, volgens de fabrikant, een afstand van dertig meter via een enkele Cat5e kabel. Hij voldoet aan de HDMI 2.0 specificaties en ondersteunt dus een resolutie van 4 k x 2 k en HDCP.



De extreem goedkope HE-30 van KOQIT. (© AliExpress)

Marmitek MegaView 60
De Nederlandse fabrikant Marmitek heeft zich gespecialiseerd in dit soort producten. Op de website van Marmitek treft u niet minder dan tien van dergelijke HDMI ➞ UTP ➞ HDMI systemen aan, die gekenmerkt worden door de gemeenschappelijke naam MegaView xxx, waarbij xxx uiteraard staat voor een typenummer.
Het goedkoopste model, de MegaView 60, heeft een adviesprijs van € 49,95 en heeft twee Cat5e/Cat6 kabels nodig om afstanden tot dertig meter te overbruggen bij behoud van Full HD 1.080p beeld- en geluidskwaliteit.

Marmitek MegaView 66
Model MegaView 66 heeft een adviesprijs van € 99,95 en werkt met slechts één Cat5e/Cat6 kabel over een maximale afstand van zestig meter. Dit model biedt een retourkanaal, hetgeen betekent dat u op de ontvanger een infrarood gevoelige detector kunt aansluiten die de infrarode commando's van een afstandsbediening opvangt en via de Cat-kabel naar de zender stuurt. Op dat apparaatje kunt u een infrarode LED aansluiten die de commando's weer omzet in infrarode signalen voor uw blu-ray speler of ander apparaat. Het systeem werkt met een bandbreedte van 7,75 Gbit/s en een klok van maximaal 225 MHz.



Het MegaView 66 systeem van Marmitek. (© Marmitek)

Marmitek MegaView 141 UHD
Aan de andere kant van het spectrum treft u deze extender aan met een richtprijs van niet minder dan € 239,95. Dit HDMI ➞ UTP ➞ HDMI systeem werkt met één Cat5e/Cat6 kabel met een maximale lengte van zeventig meter. Het systeem is ook geschikt voor de nieuwste

Ultra-HD resolutie van 3.840 x 2.160 met een beeldherhalingsfrequentie van 60 Hz. De maximale kabellengte bedraagt dan echter slechts veertig meter. De MegaView 141 UHD ondersteunt het Consumer Electronics Control protocol (CEC). Ook met dit systeem kunt u infrarode commando's retour sturen over de Cat-kabel. De zender wordt gevoed door een meegeleverde externe voedingsadapter van 12 V_{dc}. Dank zij de Power over Cable technologie is een voedingsaansluiting bij uw TV niet meer nodig. De ontvanger ontvangt zijn voeding via de Cat-kabel uit de zender. Het systeem werkt met een bandbreedte van 10,2 Gbit/s en een klok van maximaal 340 MHz.

Draadloze HDMI

Inleiding

Een paragraaf over draadloze HDMI past in feite niet in een artikel over *'HDMI over grote afstand'*. De afstanden die u met de meeste draadloze HDMI systemen kunt overbruggen zijn immers niet spectaculair, met tien meter houdt het bij de meeste systemen wel een beetje op. Tóch besteden wij aandacht aan deze technologie omdat draadloze HDMI uiteraard één groot voordeel heeft. U moet geen ontsierende kabels door uw huis aanleggen. Bovendien maken de drie beschreven alternatieven alle drie gebruik van kabels met niet-verwijderbare connectoren die u met geen mogelijkheid door standaard installatiebuis krijgt. U moet dus de kabels langs of achter plinten en door grote gaten in de muren gaan aanbrengen. Kortom, draadloze HDMI kan een alternatief zijn als u een HDMI-verbinding tussen twee naast elkaar gelegen kamers moet aanleggen.

De draaggolf

In de meeste gevallen werkt draadloze HDMI met een draaggolf van 2,4 GHz, 5,0 GHz of zelfs 8 GHz. De HDMI-signalen worden niet omgezet naar analoge signalen en als dusdanig op de draaggolf gemoduleerd, het moduleren gaat ook digitaal.

De kwestie reikwijdte

Natuurlijk doen de diverse aanbieders er alles aan om hun producten te onderscheiden van de concurrentie. Een van de belangrijkste specificaties is natuurlijk het bereik, ofwel de reikwijdte. Het probleem is dat deze grootheid van zoveel factoren afhankelijk is dat er weinig over te zeggen valt. Signalen in het GHz-bereik gaan niet zo gemakkelijk door muren en ramen van een bepaalde samenstelling. Berucht zijn vloeren die zijn opgebouwd uit panelen van gewapend beton. Het metalen vlechtwerk in dit beton zorgt voor een perfecte geleiding van de signalen, zodat de veldsterkte van het signaal boven de vloer erg verzwakt is. Ook ruiten die voorzien zijn van een dunne metaalcoating zijn perfecte geleiders en dus verzwakkers voor GHz-signalen. Als u een draadloze HDMI-verbinding tussen twee kamers in uw huis wilt realiseren valt weinig te voorspellen over de haalbaarheid van deze verbinding. Dat is, rekening houdend met de forse prijs van dergelijke systemen, natuurlijk een groot bezwaar. Schaf zo'n systeem alleen aan bij winkels die een betrouwbare retour-service aanbieden en zorg ervoor dat u de verpakking waarin de apparatuur wordt verkocht niet beschadigt. Test het systeem onmiddellijk na levering en stuur het onmiddellijk in de originele verpakking retour als blijkt dat uw huis niet geschikt is voor een draadloze HDMI-verbinding met het gekochte systeem.

Het begrip line-of-sight of LOS

Om toch een min of meer vergelijkbare definitie van de reikwijdte aan te bieden gebruiken steeds meer fabrikanten het begrip line-of-sight of LOS. Dit is de kaarsrechte en ongehinderde afstand tussen de zender en de ontvanger van het systeem waarbij onder alle omstandigheden goede weergave van het HDMI-signaal wordt gegarandeerd. Die line-of-sight afstand is echter vele malen groter dan de reikwijdte die u in uw huis kunt verwachten. Maar deze definitie geeft u in ieder geval een mogelijkheid om de reikwijdte van verschillende systemen te vergelijken. Als een fabrikant maar één maximaal te overbruggen afstand bij de specificaties vermeldt kunt u er met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid van uitgaan

dat de (onrealistische) line-of-sight afstand wordt bedoeld.

Het begrip latency
De meeste draadloze HDMI-systemen vertonen een bepaalde mate van vertraging of latency. Dat betekent dat er een kleine tijdvertraging ontstaat tussen de uitgezonden beelden en de ontvangen beelden. Bij de meeste systemen ligt deze latency rond 500 ms. Dat kan een probleem zijn, bijvoorbeeld als u spelletjes speelt op uw laptop en het beeld via een draadloos HDMI-systeem naar het grote scherm van uw TV stuurt. Ook dát is dus een factor waar u bij aankoop van een systeem op moet letten.

De VS50 van Diamond Multimedia
Deze ongeveer € 100,00 kostende draadloze HDMI-link bestaat uit twee kleine dongles, waarmee u bijvoorbeeld de HDMI-uitgang van uw laptop aansluit op de HDMI-ingang van een beamer. Het systeem werkt met een draaggolf van 5,0 GHz, heeft een line-of-sight van tien meter, ondersteunt HDMI 1.3 en is compatibel met HDCP 1.2. De maximale resolutie bedraagt 1.080p. Beide dongles moet u extern voeden uit een 5,0 V_{dc} USB-voeding via een micro-USB connector op de dongles.



De VS50 van Diamond Multimedia. (© Diamond Multimedia)

De GigaView 911 UHD van Marmitek
Aan de andere kant van het financiële spectrum treft u de GigaView 911 UHD van Marmitek aan met een adviesprijs van niet minder dan € 379,95. Voor dat forse bedrag krijgt u een draadloos systeem dat werkt op niet minder dan 60 GHz maar toch een line-of-sight heeft van slechts tien meter. Het systeem is wél geschikt voor het verzenden van Ultra-HD 4K30 en alle 3D-formaten. Het ondersteunt High Definition LPCM 7.1CH, Dolby TrueHD en DTS-HD Master Audio. Opvallend is dat het systeem een verwaarloosbare latency van slechts 1 ms heeft. Zowel de zender als de ontvanger worden gevoed uit 5,0 V_{dc} met meegeleverde netadapters.



De extreem prijzige GigaView 911 UHD van Marmitek. (© Marmitek)

HDMI over 2.000 meter
Een ander extreem apparaat, nu met een adviesprijs van € 275,00, is de DigiSender XD-HDMI-2KM van AEI Security & Communications. Deze draadloze set biedt u een line-of-sight van niet minder dan 2 km! Deze set werkt op 2,4 GHz en het grote bereik valt te verklaren door het toepassen van twee Yagi-antennes die heel nauwkeurig op elkaar gericht moeten worden en ook volledig in één lijn moeten staan. Het systeem voldoet aan de HDMI versie 1.3 standaard en is HDCP-compliant. Beide apparaten worden gevoed uit 5,0 V_{dc}

netstekkervoedingen die 1 A moeten leveren.



De DigiSender XD-HDMI-2KM biedt 2.000 meter reikwijdte in open terrein. (© Conrad Electronic)

HDMI over powerline

Inleiding
Dat u de 230 V bedrading in uw huis kunt gebruiken voor het versturen van digitale signalen is natuurlijk al lang bekend. Wij hoeven maar het woord *'homeplug'* op te schrijven en er gaat vast een belletje bij u rinkelen. Dus, als netwerksignalen over de 230 V bedrading getransporteerd kunnen worden, waarom zou dat dan ook niet gaan met HDMI-signalen? Dat kan en diverse fabrikanten brengen dergelijke systemen op de markt. Deze vrij prijzige systemen garanderen een reikwijdte van meerdere honderden meters. Maar ... de signalen komen niet door uw meterkast, het transport van de signalen van uw huis naar dat van uw buren is dus onmogelijk. Vandaar dat men deze systemen *'in-home'* noemt.

De HDTV Anywhere van Marmitek
Op de zender van dit systeem (adviesprijs € 249,95) kunt u twee HDMI-bronnen aansluiten die u vanuit de ontvanger-kant met een meegeleverde afstandsbediening kunt selecteren. Het systeem heeft een maximale data-rate van 500 Mbit/s en om hiermee tóch HDMI-signalen te kunnen transporteren wordt er gebruik gemaakt van video-compressie volgens de H.264 norm. De maximale resolutie is 1.080p met een herhalingsfrequentie van 60 Hz. De latency is met 260 ms gemiddeld voor dergelijke systemen. Voor het verzenden van de signalen via het net wordt gebruik gemaakt van de SmartLink-technologie, die niet alleen de fase en de nul nodig heeft, maar ook de aarding. Staan geen geaarde wandcontactdozen ter beschikking, dan schakelt het systeem automatisch over naar een minder betrouwbare technologie die alleen van de fase- en de nul-aders gebruik maakt. Zowel de zender als de ontvanger hebben ingebouwde netvoedingen.



De HDTV Anywhere van Marmitek. (© Marmitek)